

**METHOD AND APPARATUS FOR ULTRASONIC THERAPEUTIC TREATMENT****Patent number:** HU70621**Publication date:** 1995-10-30**Inventor:** YOUNG MICHAEL JOHN RADLEY (GB); BRADNOCK BRIAN R D P (GB)**Applicant:** YOUNG MICHAEL JOHN R (GB); BRADNOCK BRIAN R D P (GB)**Classification:**- **International:** A61B19/00; A61B8/08- **European:** A61B8/08; A61N7/00**Application number:** HU19940002445 19930224**Priority number(s):** GB19920004021 19920225; WO1993GB00374  
19930224**Also published as:**

WO9316652 (A1)

EP0627898 (A1)

US5549544 (A1)

GB2274996 (A)

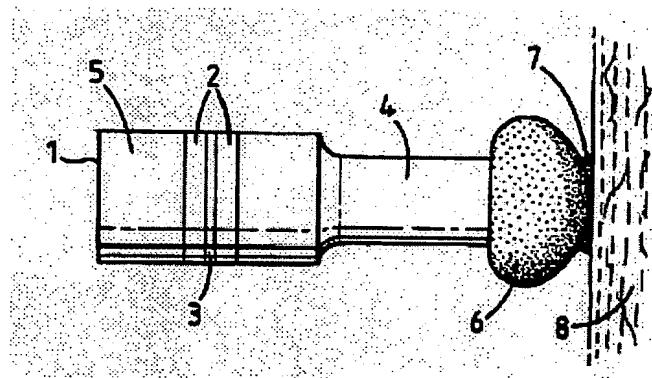
BR9305971 (A)

[more >>](#)[Report a data error here](#)

Abstract not available for HU70621

Abstract of corresponding document: **US5549544**

The apparatus comprises a piezoelectric vibrator adapted to generate ultrasonic energy which is transmitted through an output section 1 to a plastics head 6. The shape of the head 6 may be varied to suit whichever part of a body on which it is to be used. The material and shape of the head 6 is chosen to allow accurate control of frequency and amplitude of the ultrasonic energy. The preferred ultrasonic frequency is in the range of 20-120 kHz.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) Országkód

HU

MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁGMAGYAR  
SZABADALMI  
HIVATAL

# SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

219 085 B

- (21) A bejelentés ügyszáma: P 94 02445  
 (22) A bejelentés napja: 1993. 02. 24.  
 (30) Elsőbbségi adatok:  
 9204021.1 1992. 02. 25. GB  
 (86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/GB 93/00374  
 (87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 93/16652

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>A 61 B 19/00  
A 61 B 8/08

- (40) A közzététel napja: 1995. 10. 30.  
 (45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi Közlönyben: 2001. 02. 28.

(72) (73) Feltalálók és szabadalmasok:  
 Bradnock, Brian Robert Denis Peter,  
 Edinburgh, Skócia (GB)  
 Young, Michael John Radley, Ashburton,  
 Devon (GB)

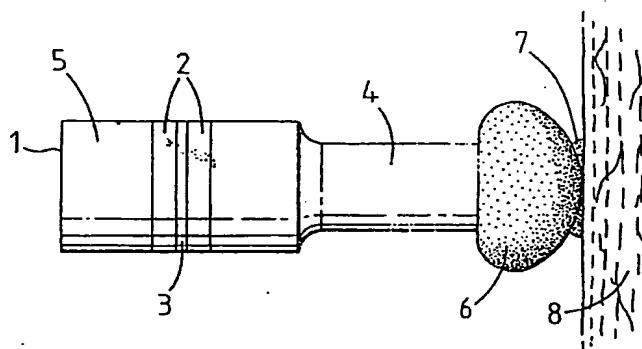
(74) Képviselő:  
 dr. Bokor Tamás, S. B. G. & K. Budapesti  
 Nemzetközi Szabadalmi Iroda, Budapest

(54) **Berendezés testfelület alatti izomsérülések kezelésére  
és/vagy csonttörések diagnosztizálására**

## KIVONAT

A találmány tárgya berendezés testfelület alatti izomsérülések kezelésére és/vagy csonttörések diagnosztizálására. A találmány szerinti berendezésnek ultrahangenergiát generáló piezoelektronos átalakítóeszköze (2), valamint a testfelület közvetlen környezetében való alkalmazáshoz adaptált feje (6) van. A találmány szerin-

ti berendezés különlegessége, hogy az izomszöveget vagy csontot tartalmazó test felületére 20–120 kHz frekvenciártartományban sugározza az ultrahangenergiát, és a 20–120 kHz közötti tartományban előállított ultrahang-energiát a fejbe (6), továbbá azon keresztül a testbe továbbító eszköze van.



2. ábra

A találmány tárgya berendezés testfelület alatti izomsérvülések kezelésére és/vagy csonttörések diagnosztizálására.

Az ultrahang felhasználása diagnosztikai vizsgálóeszközökben és bizonyos orvosi esetek terápiás kezelésére már széles szakirodalommal rendelkezik. Az elmúlt 20–30 évben számos beszámoló jelent meg erről a területről, azonban nem találtunk olyat, amely 30–100 kHz közötti frekvenciartomány alkalmazásáról számolt volna be. Az ismert ultrahangos terápiás alkalmazások csaknem kizárolag a MHz-es sávba eső frekvenciát használnak. Egyebek között az US-A-3847141 számú amerikai szabadalmi leírás egy olyan ultrahangos csontsűrűségmérő készüléket ismertet, amelynek ultrahangenergiát generáló piezoelektronos eszköze, valamint a testfelület közvetlen környezetében való alkalmazáshoz adaptált felületű és kialakítású része van, amelyen keresztül az ultrahang a vizsgált testbe és csontba juttatható. Az US-A-4989613 számú amerikai szabadalmi leírásból szintén olyan eszköz ismerhető meg, amely csonttörések gyógyulását segíti elő. Ehhez ez az ismert megoldás a hallható tartományba eső hangfrekvenciát alkalmazza.

A MHz-es frekvenciák használata abból az elvből következik, hogy az ultrahangos energiát használó terápiás kezelésnél az energiát pontosan a szövet jól meghatározott részébe kell irányítani, és ezt legjobban pontosan fokuszált nyalábbal lehet elérni. Ez viszont szükségesse teszi a magas frekvenciák használatát. Hasonló szempontok miatt kell magas frekvenciákat választani az ultrahangos képalkotó berendezésekben. Például lágy szövetben 3 MHz-es frekvenciához 0,5 mm-es karakteristikus hullámhossz tartozik, míg 40 kHz-nél a hullámhossz körülbelül 37,5 mm.

Továbbá az is ismert, hogy az ultrahanghullámok csillapítása a frekvenciával nő. Általában nagyfrekvenciájú kisugárzásnál a belépési felülethez közel magas az energiaelnyelés, és a mélységen a hatás gyengül. Ezért arra a következtetésre lehet jutni, hogy adott teljesítménybevitel mellett magas frekvenciát használva a belépési felülethez közel szöveteknél nagyobb a potenciális károsodás valószínűsége, mint alacsony frekvenciát használva. Mélyen fekvő szövetsérülések kezelésénél ez a szempont nagyon fontossá válik, mivel MHz-es tartományban ultrahangos kezelésnél elegendő energia bejuttatásához a kívánt részbe nagyon megnő annak a kockázata, hogy a felületi rétegekben túlzott energiaelnyelés lép fel. Ezért az energiaszintet az a korlát szabja meg, hogy a teljesítménybevitel ne haladja meg a 3 watt/cm<sup>2</sup> értéket.

A működési frekvenciát a 30–130 kHz frekvenciasávban megválasztva jó hullámbehatolás érhető el mély izomszövetben, és elkerülhetők azok a magas frekvenciák, amelyek ismert módon erős csillapítást szennednek csontszövetben.

A tapasztalatok szerint az ilyen jellegű terápia nem teszi lehetővé az olyan testrészek hatásos kezelését, amelyek természetes módon gátolják az ultrahang behatolását, különösen a kezek és a lábak kezelhetők nehézen az ismert módszerekkel. Ilyen esetekben egy speciálisan kialakított kezelőfej jelentősen hozzájárulhat egy sérült izület kezeléséhez. Bizonyos esetekben a kezelőfejet nehézkes vagy nem lehetséges ismétlődő ciklikus mozgással a bőrfelület felett mozgatni, és ezért más módon kell elkerülni az állóhullámok kialakulását.

A találmány elé azt a célt tüztük ki, hogy a fenti problémákra megoldást adjon, különösen a kezelőfej hozzáférésének a problémájára, ugyanakkor olyan működési frekvenciát válasszon, amely optimális arányt biztosít a hullámbehatolás, kezelési intenzitás és a szövet sérülésének minimális kockázata között.

Ennek megfelelően a találmány tárgya olyan berendezés testfelület alatti izomsérülések kezelésére és/vagy csonttörések diagnosztizálására, amelynek ultrahang-energiát generáló piezoelektronos eszköze, valamint a testfelület közvetlen környezetében való alkalmazáshoz adaptált feje van. A találmány értelmében a berendezés az ultrahang-energiát 20–120 kHz közötti tartományban generálva van kialakítva, és az ebben a tartományban előállított ultrahang-energiát a feje, továbbá azon keresztül a testbe továbbító eszközzel van ellátva.

Az alkalmazott frekvenciartomány lehetővé teszi jelentősen nagyobb energiadózis alkalmazását mélyen fekvő sérülések kezeléséhez anélküli, hogy a felületi szövetek sérülének, amely előfordulhatna hagyományosabb, magas frekvenciájú besugárzásnál.

A találmány tárgya szerinti berendezés segítségével öntött műanyagból készült csatolófejjel, szabálytalan alakú felületekbe jó hatásfokkal alacsonyfrekvenciás rezgések juttatunk, és egyenlő energiaeloszlást biztosíthatunk a teljes megcélzott szövettér fogatban.

A fejet több különféle nagyobb sűrűségű polimerből lehet kialakítani öntéssel vagy más célszerű módon. Előnyösen a fej megformált műanyagból, különösen acetálból, polipropilénből vagy polikarbonátból van kialakítva. Ezek és hasonló más anyagok minden lehetővé teszik az alacsony amplitúdójú, 30–100 kHz-es ultrahangos rezgések továbbítását, és nagyon alacsony az elnyelésük ebben a tartományban. A fej anyagát úgy választjuk ki, hogy a fajlagos impedanciája közelítőleg egyezzen meg az emberi lágyszövet impedanciájával. Például acetál felhasználásával a következő értékek adódnak:

$$W_{\text{acetál}} = 1,86 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ és } W_{\text{lágy szövet}} = 1,65 \times 10^6 \text{ kg/m}^2.$$

Ez nagyon jó csatolást tesz lehetővé gyakorlatilag bármilyen folyadék használata mellett, amely folyadék kikittatja a levegőt a fej/szövet határfelületéről. Megjegyzendő, hogy ez az eljárás nem lehetne alkalmazható a MHz-es tartományban való sugárzásra, mivel a fejben nagyon nagy volna az elnyelés azokon a frekvenciákon.

Klinikai kísérletek azt mutatták, hogy a fenti technikával végezhető kezelések hatékonyan és gyorsan csökkennek a fájdalmakat a következő esetekben: bokaficam, térdfájdalmak, derékfájások, nyak- és csuklóficam, valamint görcsös hajlamokkal jelentkező izomgörcsök.

A találmány emellett olyan eljárást ad meg, amely egyszerű szűrést tesz lehetővé, alacsonyfrekvenciájú rezgések alkalmazásával sérült végtagokhoz, feltételezett törések vagy repedések megállapítására.

Egy hajszálrepédés rendszerint felfedezhető radiográfiás módszerekkel, de ha a röntgensugaras vizsgálatok nagy számban negatív eredményt adnak, akkor célszerű egy egyszerű megelőzővizsgálatot végezni, amellyel a meghatározható tüneteket adó esetek kiszűrhetők. Amikor egy hajszálrepédést tartalmazó csontszöveten keresztülhalad egy ultrahangnyaláb, akkor a hullám a két csontdarab közötti határfelületen részben visszaverődik, mivel a továbbítóközegben mechanikai folytonossághiány van. Ugyanakkor a sérülés helyén az energia egy része elnyelődik, ami műlő helyi fájdalomérzettel jár, és a törés kezdeti jelzéseként szolgál. Hangsúlyozni szükséges azonban, hogy ez az előzetes jelzés a sérülés rutinszerű terápiás kezelésből származhat, és nem kifejezetten a sérülés tényének megállapítására szolgál.

A találmányt a továbbiakban a mellékelt rajzokon bemutatjuk, célszerű példaképpeni kiviteli alakok segítségével részletesen is ismertetjük, ahol az

- 1. ábra a sebesség és feszültség eloszlását mutatja az átalakítóban és a fejben, a haladóhullám amplitúdójának jelzésével, a
- 2. ábra a piezoelektromos átalakító és a fej együttesét szemlélteti, a
- 3–7. ábra különféle lehetséges fejkialakításokat szemléltet a találmány szerinti berendezéshez való használatra, a
- 8. ábra a 2. ábra szerinti átalakító és fej elektromos meghajtórendszerét ábrázolja, a
- 9. ábra a találmány szerinti berendezés gyorsulásmérővel ellátott kiviteli alakjának ábrája, és végül a
- 10. és 11. ábra a találmány szerinti berendezésnek egy sérült kész kezelésére szolgáló változatát szemlélteti.

A 2. ábrán látható egy 1 vibrátor, amelyben PZT-szendvicsátlakító van. Közelebbről, az 1 vibrátornak van egy 5 hátlapja, kettő PZT-kerámiagyűrűként kialakított 2 piezoelektromos átalakítóeszköz, 3 elektródja és lépcsősen kialakított 4 kimeneti része. Az 1 vibrátor meghatározott frekvenciájú hullámokat továbbít a formált műanyag 6 fejen és 7 csatolóközegen át a 8 szövetbe. Az 1. ábrán a rendszerben kialakuló feszültséghullámok és sebességhullámok alakjai láthatók. A  $\chi$  a 2. ábrán látható vibrátor hossza mentén vett távolságot jelöli, ahol az  $\chi=0$  érték az 1 vibrátornak a 6 fejtől távolabbi végénél van. Az  $\chi=1$  érték az 1 vibrátor teljes hosszát jelöli, ami az 1. és 2. ábrák összehasonlításából is látszik.  $\sigma_m$  a feszültség vagy nyomás egy adott ponton az 1 vibrátor hossza mentén, míg  $\xi_m$  a sebességamplitúdó egy adott pontban az 1 vibrátor hossza mentén.  $\xi_m$  a sebességamplitúdó a 6 fej csúcsánál, vagyis az  $\chi=1$  pontban.  $\xi_m$  a sebességamplitúdó abban a pontban, ahol az 1 vibrátor 4 kimeneti része csatlakozik a 6 fejhez. Megjegyezzük, hogy a  $\xi$  jelöléssel a  $d\xi/dt$  idő szerinti deriváltat jelöljük.

Az átalakítóban  $\xi_m$  amplitúdójú állóhullám alakul ki, amely továbbítódik a formált terápiás 6 fejen, és  $\xi_m$

amplitúdójú haladóhullámként lép ki abból. Terhelés alatt a műanyag 6 fejben nagyjából állandó a sebesség és a nyomáshullám. A amplitúdója, vagyis a haladóhullám energiája nagyjából megegyezik a páciensbe kisugárzott energiával. Ez annak köszönhető, hogy az átalakító/fej határfelületen visszaverődés lép fel, míg a fej/szövet 9 határfelületen gyakorlatilag teljes a kisugárzás. A 6 fej alakja legalább a 3–7. ábrákon szemléltetett példák szerint alakulhat. Ez a jellemző a 6 fejnek a frekvencia és az amplitúdó pontos vezérlését lehetővé tevő szerkezetéhez kiválasztott műanyag különleges tulajdonságait tükrözi. Adott átalakítómértnél a 6 fej alakja és mérete széles határok között változhat, míg a kimenőteljesítmény ellenőrzött marad. A 3–7. ábrákon szemléltetett szerkezetek többi része lényegében úgy működik, amint azt a 2. és 9. ábrák kapcsán elmagyarázzuk.

Működés közben a szövetbe besugárzott energia nem kelthet állóhullámokat, mivel az túl magas helyi energiaelnyelést idézne elő. Szokásos esetben ezt azzal kerül el, hogy a kezelés közben a fejet mozgatják a szövet felületén. Azonban a kéz vagy más nehezen hozzáérhető terület kezelése alatt ezt a mozgatást akadályozhatja a kéz alakja, és ezért más megoldást kell keresni. A fej széles sáváviteli karakterisztikája lehetővé teszi a frekvenciamoduláció alkalmazását, amelyet a 8. és 9. ábrán szemléltetett rendszer állít elő.

A 8. ábrán szemléltetett áramkörnök 10 vezérlőegysége, 12 PLL-áramköre (fáziszárt hurok), 11 erősítője és 13 illesztőáramköre van. A frekvenciamodulációt a változtatható frekvenciájú 15 VCO-oszcillátor (feszültségvezérelt oszcillátor) vezéri. A 13 illesztőáramkörből 16 visszacsatolt jel kerül vissza a 12 PLL-áramkörhöz, és így a terápiás 14 fejre – ez lényegében a 2. ábrán látható 6 fejnek felel meg – minden pontosan szabályozott jel jut.

A műanyag alkalmazásával további előnyként jelentkezik, hogy az öntött műanyagból olyan alakú fejet lehet készíteni, amely maximális érintkezési felületet nyújt nehezen hozzáérhető testrészeknél, például a kéznel és a lábnál. Például a rheumatoid arthritis súlyos esetében a fejet fogó alakúra lehet készíteni, amelyet a páciens megmarkolhat, és így a fejjel a kéz ízületeit egyszerre lehet kezelni. Ezt szemlélteti a 10. és 11. ábra, amelyen látható az előnyesen öntött acetátból készült terápiás 40 fej. Ha az erőforrás szárazelem, vagy valamilyen egyéb hordozható forrás, akkor a 41 átalakítót egy sétabot vagy sétaálcá szárában lehet elhelyezni, amely botnak vagy pálcának a fogóját a terápiás 40 fej alkotja.

A találmány lehetővé teszi mélyen fekvő lágy szövetekben elhelyezkedő sérülések jobb kezelését azáltal, hogy lehetővé teszi megfelelő mennyiségi energia továbbítását az érintett területre. A találmány újszerű eszközöt javasol a szabálytalan alakú részek kezelésére, öntött vagy más módon kialakított, az energia hatékony továbbítását biztosító fejjel, amely fej használatánál nem szükséges a fejet a kezelt felület felett mozgatni. A találmány olyan berendezést javasol, amely a páciensnek átadott terápiás energia mennyiségének figyelését teszi lehetővé, az ismert megoldásokhoz képest előnyösebben.

Ismeretes, hogy a kisugárzott ultrahang I intenzitása kapcsolatban van a  $\xi_0$  elmozdulási amplitúdóval az  $I=1/2 \rho c \omega_2 \xi_0^2$

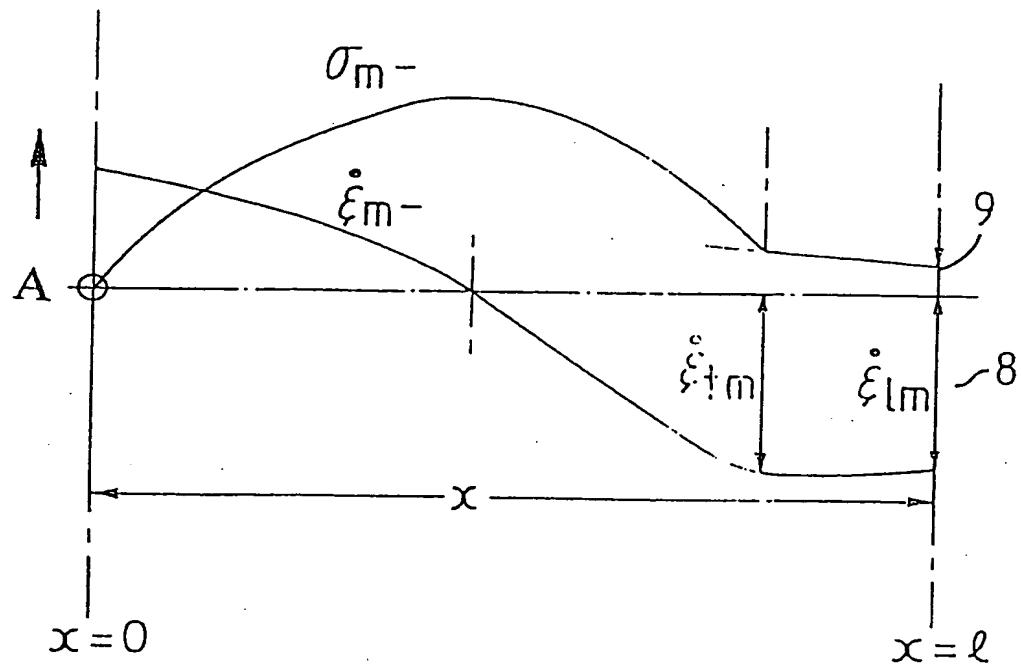
összefüggés szerint, ahol  $\rho$  a fej anyagának sűrűsége,  $c$  a fázissebesség és  $\omega$  a körfrekvencia, másiképpen  $\omega=2\pi f$ .

Mivel  $\rho c$  a fej anyagának hullámimpedanciája, és ez a fej anyagának kiválasztása miatt illesztve van a kezelt szövet hullámimpedanciájához, ezért  $I\xi^2$ . Tehát ha figyeljük a fejben az elmozdulási amplitúdot, akkor egy differenciálerősítő segítségével viszonylag egyszerűen előállíthatunk egy olyan lineáris jelet, amely arányos az elmozdulási amplitúdóval vagy az intenzitással. Ez a módszer sokkal megbízhatóbb, mint a jelenleg alkalmazott módszer, amely az átalakító elektromos jeleit figyeli. Ugyanis az átalakítóban fellépő teljesítményingadozások azonnal mérési hibát okoznak. A 9. ábrán látható találomány szerinti ultrahangkeltő berendezés egy olyan módosított kiviteli alak, amely már beépítve tartalmazza a keltett ultrahang amplitúdójának méréséhez szükséges alkatrészeket is. Ez az ultrahangkeltő berendezés a műanyag 31 házba van beépítve, és 32 PZT-átalakítókat tartalmaz. A tápfeszültséget és a vezérlést a 33 kábel szolgáltatja. A 32 PZT-átalakítókat például a 8. ábrán leírt áramkörrel lehet meghajtani a 33 kábelben keresztül. A 32 PZT-átalakítókat tartó testet 34 tömítések tömítik a 31 házhoz, és a tartótesten keresztül 35 üreg van kiképezve, ami a 36 fejben elhelyezett 37 gyorsulásmérőig vezető huzalokat tartalmazza. A 36 fejet menetes 38 összekötő idom rögzíti a tartótesthez.

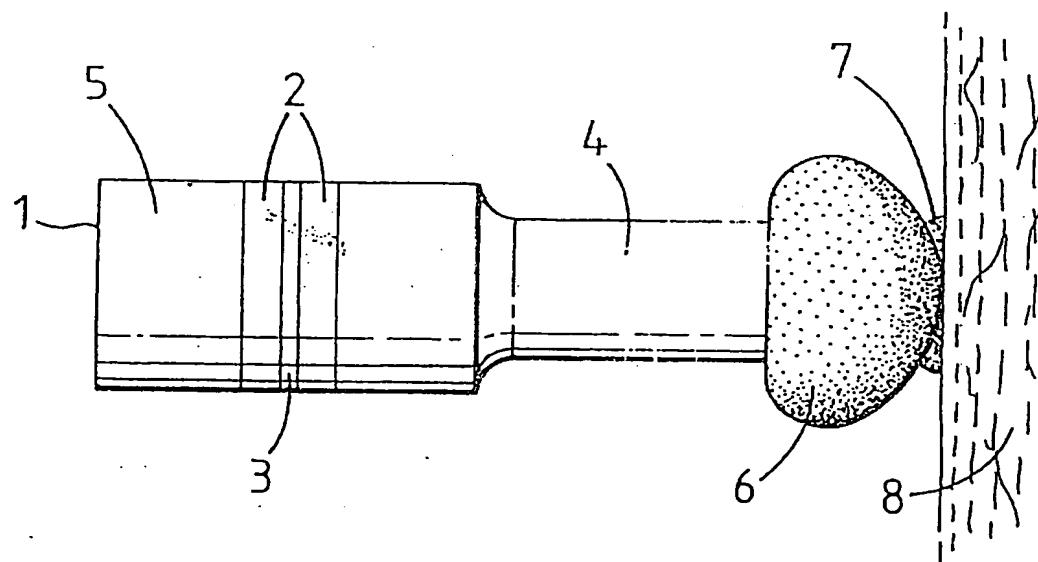
Látható tehát, hogy a 9. ábrán bemutatott berendezésnek olyan 36 feje van, amelybe be van építve egy elmozdulásmérő vagy 37 gyorsulásmérő. Ez lehetővé teszi, hogy mérjük a páciensnek átadott vibrációk amplitúdót. A mért értékeket továbbítani lehet a felhasználónál elhelyezett kijelzőhöz, amivel a teljesítménybevitel is vezérelhető. Az elmozdulásmérő kimenete adott esetben közvetlenül is felhasználható a bemenőteljesítmény szabályozására.

## SZABADALMI IGÉNYPONTOK

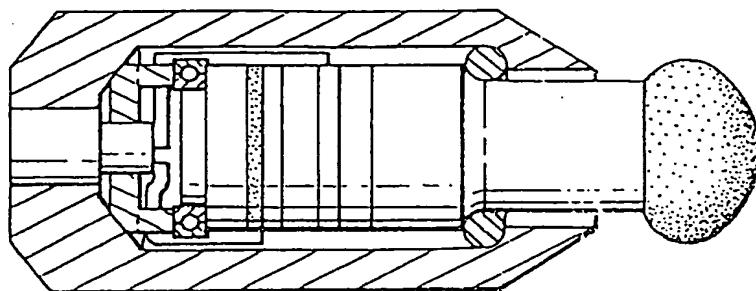
- 5 1. Berendezés testfelület alatti izomsérülések kezelésére és/vagy csontrörések diagnosztizálására, amelynek ultrahang-energiát generáló piezoelektronos eszköze, valamint a testfelület közvetlen környezetében való alkalmazáshoz adaptált feje van, *azzal jellemezve*, hogy az ultrahang-energiát 20–120 kHz közötti tartományban generálóan van kialakítva, és a 20–120 kHz közötti tartományban előállított ultrahang-energiát a fejbe (6, 14, 36, 40), továbbá azon keresztül a testbe továbbító eszköze van.
- 10 2. Az 1. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy 30–100 kHz-es frekvenciatartományban működően van kialakítva.
- 15 3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a 40 kHz körüli frekvenciatartományban működően van kialakítva.
- 20 4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fej (6, 14, 36, 40) olyan anyagból készült, amely alkalmas 20–120 kHz közötti ultrahangos rezgések továbbítására, és a kezeléshez megfelelő alakúra van kiképezve.
- 25 5. A 4. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fej (6, 14, 36, 40) megformált műanyagból, különösen acetálból, polipropilénból vagy polikarbonátból van kialakítva.
- 30 6. A 4. vagy 5. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fejben (36) az elmozdulási amplitúdót a fej (36) kezelési felületénél mérő eszköz van.
- 35 7. Az 1–6. igénypontok bármelyike szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fej (40) kézzel megragadhatóan és kézben elhelyezhetően van kialakítva.
8. A 7. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a fej (40) egy sétabot vagy sétapálca fogórészeként van kialakítva, és egy piezoelektronos eszköz, különösen PZT-átalakító (32) a sétabot vagy séta-pálca szárában van elhelyezve.



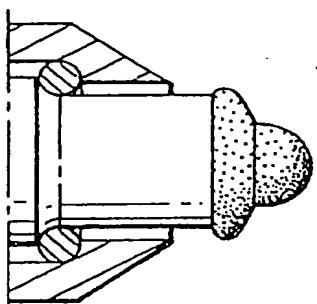
1. ábra



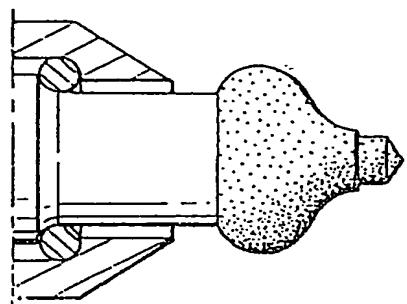
2. ábra



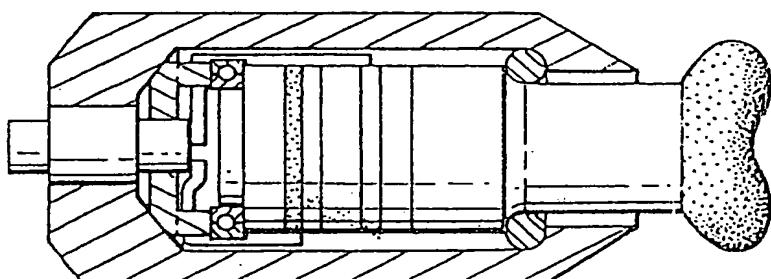
3. ábra



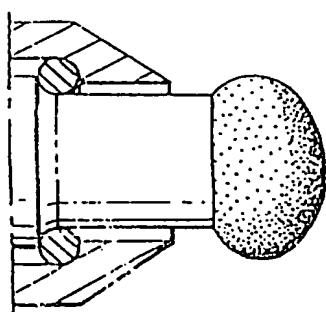
4. ábra



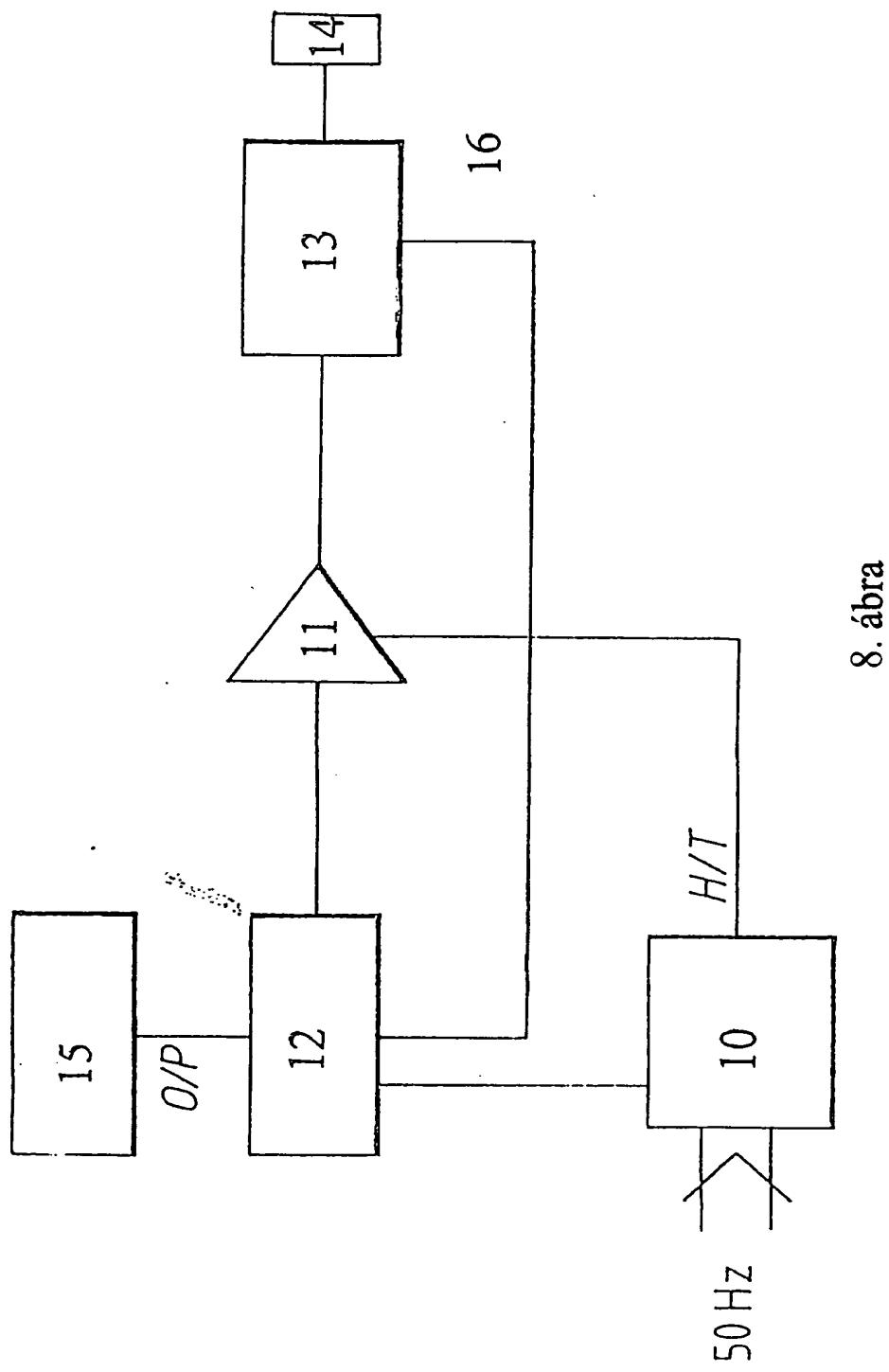
5. ábra

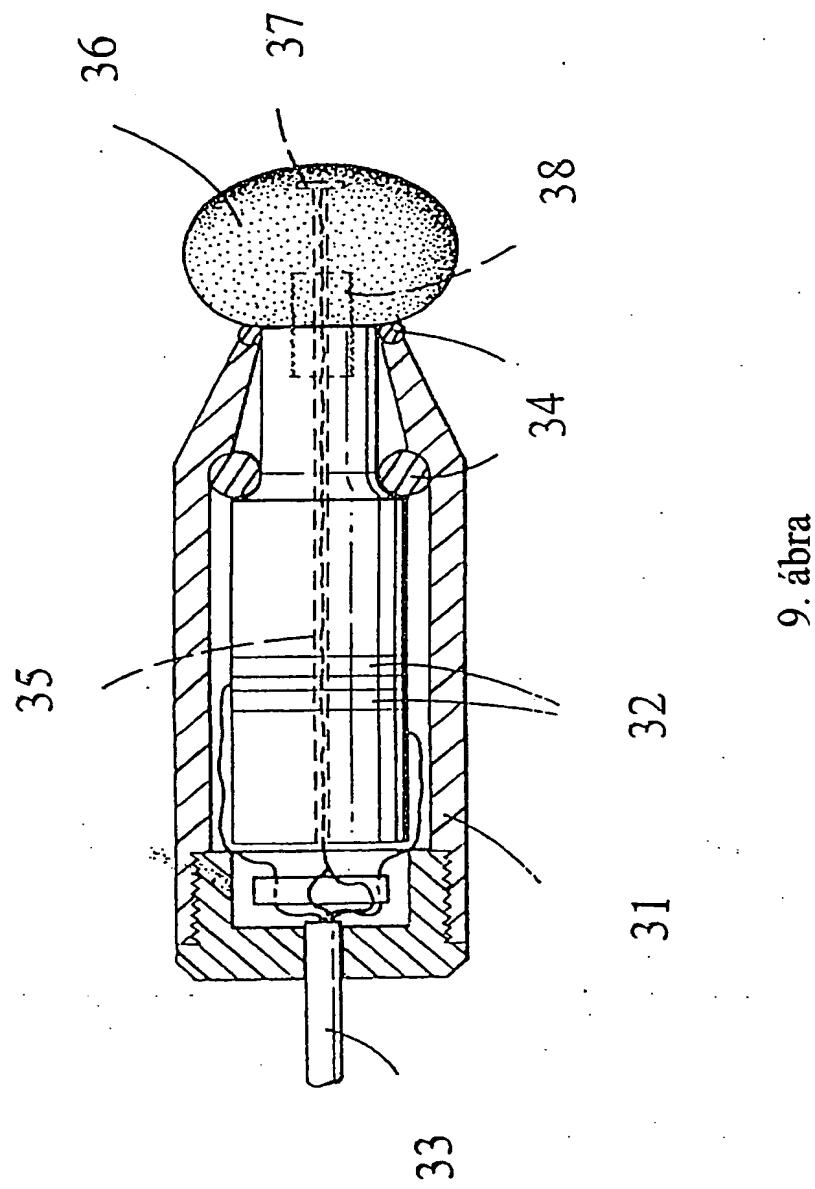


6. ábra

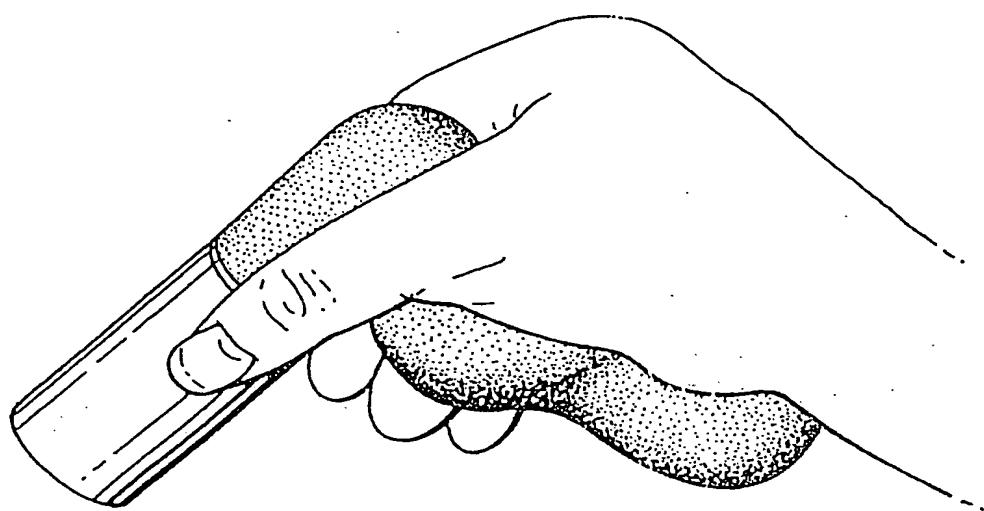


7. ábra

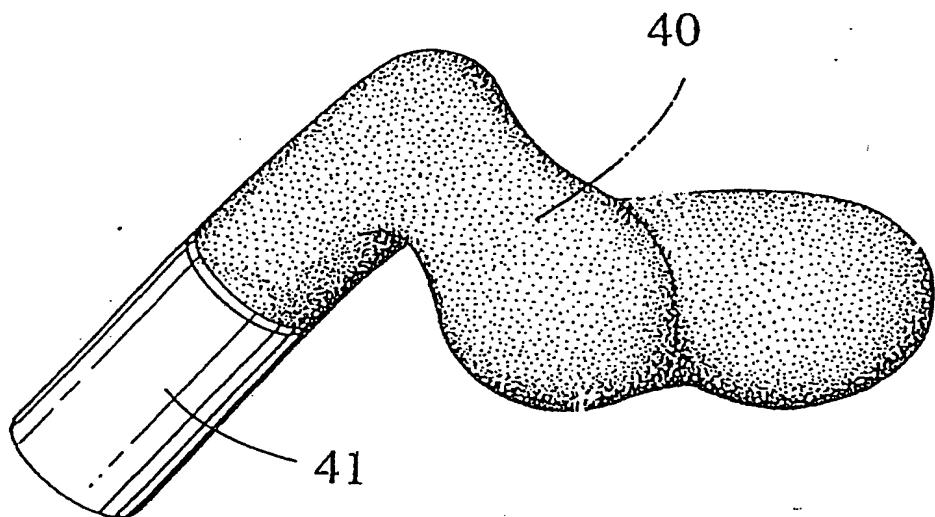




9. ábra



10. ábra



11. ábra

Kiadja a Magyar Szabadalmi Hivatal, Budapest  
A kiadásért felel: Törőcsik Zsuzsanna főosztályvezető-helyettes  
Windor Bt., Budapest